

Aus der Kieferorthopädischen Abteilung
(Direktor: Professor Dr. K. Nawrath)
der Klinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Professor Dr. Dr. W. Ketterl)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Untersuchungen bei Progenie-Patienten
mittels
Fernröntgen-Profilaufnahmen
zur Beurteilung von Wachstumstendenzen
im Kiefer-Gesichtsbereich**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Marie-Luise Unterer
aus Heidelberg

1973

Mainz 1972

Aus der Kieferorthopädischen Abteilung
(Direktor: Professor Dr. K. Nawrath)
der Klinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Professor Dr. Dr. W. Ketterl)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

UNTERSUCHUNGEN BEI PROGENIE-PATIENTEN
MITTELS
FERNRÖNTGEN-PROFILAUFNAHMEN
ZUR BEURTEILUNG VON WACHSTUMSTENDENZEN
IM KIEFER-GESICHTSBEREICH

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Marie-Luise Unterer
aus
Heidelberg

Mainz 1972

Fachbereichs-Dekan: Professor Dr. Dr. W. Ketterl
Referent: Professor Dr. K. Nawrath
Korreferent: Professor Dr. K. Fuhr

Tag der mündlichen

Prüfung: 6. Juni 1973



Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung

Allgemeine Aussagen zum Wachstum, zur Wachstums-
voraussage und Definition der Progenie und ihre
Problemstellung.

II. Eigene Untersuchungen

1. Methodik

- a) Das in Mainz gebräuchliche Verfahren
- b) Das Verfahren nach Jarabak

2. Verwandtes Patientengut

3. Die Möglichkeit einer Wachstumsvoraussage

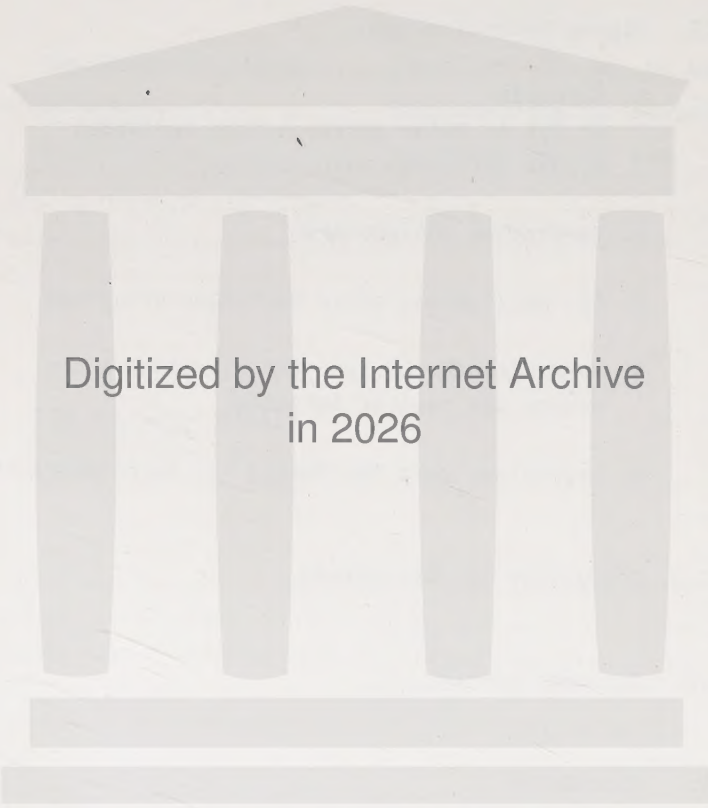
4. Vergleich der Längen- und Winkelwerte von erster und zweiter Aufnahme

5. Ergebnisse nach Bestimmung der Wachstumsrichtung

III. Diskussion der Ergebnisse

IV. Zusammenfassung

V. Schrifttum



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung

Das Gesicht des Menschen, seine zahlreichen Variationen wie auch die Ausformung des Kopfes im cranialen und gnathometrischen Bereich, ist wie bei allen Lebensabläufen der Ausdruck von Erbe und Umwelt.

Für die Abgrenzung von hereditären und peristatischen Einflüssen hat die Zwillingsforschung eine Reihe bedeutsamer Erkenntnisse gebracht. So konnte KORKHAUS (20) in seinen Studien an ein- und zweieiigen Zwillingen unter anderem den überwiegend erblichen Einfluß bei Abweichungen der Gebißform nachweisen, und KROGMAN (23) und ROUX (33) haben die Umbaufähigkeit von Knochengewebe durch funktionelle Einflüsse im Tierexperiment beobachtet.

In den letzten Jahren sind aufgrund vieler Forschungen in der Craniologie neue Theorien entstanden, so der Begriff der "Capsulären Matrix" von MOSS (27). Es handelt sich hierbei um eine funktionelle Analyse des Kopfes, bei der eine Unterscheidung der skelettalen und der funktionellen Komponente getroffen wird. Jede Funktion arbeitet nach einem bestimmten Schaltplan, der Matrize. Der skelettale Teil wirkt als biomechanische Stütze für den funktionellen Schaltplan. Er läßt sich in mehrere skelettale Einheiten unterteilen, deren Größe, Form, Lage und Struktur von den verschiedenen Funktionsforderungen abhängen. Daraus ergibt sich, daß das Schädelswachstum als Folge des Wachstums der Matrize und nicht der skelettalen Einheit angesehen werden muß. Neu ist auch der aufgezeigte Gedanke, daß das Wachstum und die skelettale Form nicht direkt genetisch bestimmt werden, sondern daß sich die Erbanlagen in den funk-

tionellen Einheiten befinden. Zuerst wächst also die Matrizen und danach der Knochen.

Nach der Darstellung von BAUME (2) zeichnet sich Erbe und Umwelt durch die Begriffe Morphogenese und Transformation ab. Morphogenese beinhaltet eine enchondrale (knorpelige) und eine intramembranöse (bindegewebige) Ossifikation, die bis zur Reife begrenzt ist. Die Transformation ist dagegen ein ständig anhaltender Vorgang. Er äußert sich in einer exostalen Apposition und Resorption des kompakten Knochens und einer enostalen Apposition und Resorption des spongiösen Knochens. Diese Erscheinung des Knochenumbaus bei stärkerer Beanspruchung ist im "Wolffschen Transformationsgesetz" aufgezeigt: auf Druck erfolgt Knochenabbau und auf Zug Knochenanbau. Was das Wachstum anbelangt, so muß man zwischen Schädeldach, Schädelbasis und Gesichtsschädel unterscheiden. Die Ausbildung des Schädeldaches ist mit dem fünften Lebensjahr fast abgeschlossen. Vom Fötalstadium bis zum sechsten Lebensjahr zeigt auch die Schädelbasis aufgrund der Suturen großes Längen- und Breitenwachstum.

An der Maxilla sind nach MOORE (26) drei Wachstumszonen zu unterscheiden (Abb. 1):

Sie befinden sich

1. am oberen Rand des frontonasalen Fortsatzes
2. in der Tubergegend
3. am Alveolarfortsatz

ad 1) das Wachstum an dieser Suture bewirkt eine größere Höhe der Maxilla, also vertikales Wachstum.

ad 2) Tuberwachstum bedeutet eine größere Gesichtstiefe und ein Vorwandern des anterioren Bezugs-

punktes.

- ad 3) Die Knochenablagerung an den Alveolarfortsätzen erfolgt durch den Durchbruch der Zähne und bewirkt eine Volumenzunahme der Alveolarfortsätze.

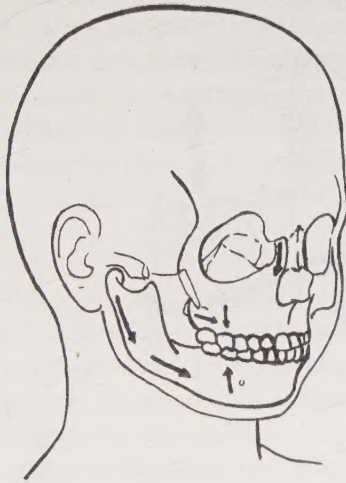


Abb. 1: Wachstumszentren von Maxilla und Mandibula nach MOORE (26)

Das Wachstum der Mandibula vollzieht sich (Abb. 2):

1. Alveolarfortsatz
2. Kondylus
3. Hinterrand des aufsteigenden Astes

ad 1) die Knochenbildung am Alveolarfortsatz führt zu einer Vergrößerung der vorderen und hinteren Gesichtshöhe.

ad 2) Das kondyläre Wachstum bewirkt Änderungen in der Horizontalen und Vertikalen.

ad 3) Knochenablagerung am Hinterrand des aufsteigenden Astes verursacht eine Tiefenzunahme des Corpus mandibulae.

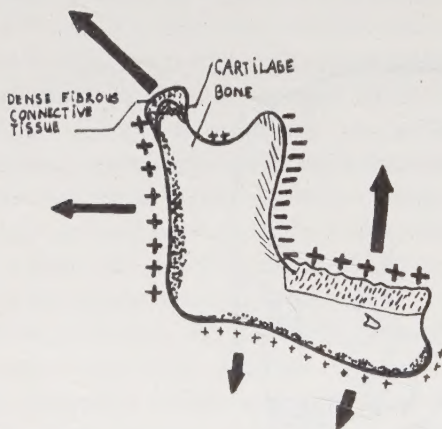


Abb. 2: Wachstumsrichtung der Mandibula nach GRABER (12)

Das Schädelwachstum ist etwa nach dem zwanzigsten Lebensjahr abgeschlossen. Die größte Wachstumsintensität besteht vor der Geburt. Danach nimmt sie langsam ab, um kurz vor der Pubertät wieder zuzunehmen. Nach Eintritt der Pubertät kommt es dann zu einem langsamen Rückgang der Wachstumsvorgänge DICKSON (9).

Seit Einführung des Fernröntgenverfahrens wuchs das Interesse an einer Voraussage über das zukünftige Aussehen eines Kindes. Nach der röntgenkephalometrischen Untersuchung von BRODIE (7) von 1938 an 26 Patienten erscheint es leicht, eine Wachstumsvoraussage aufzu-

stellen, denn nach dieser Studie scheinen sich die Gesichtsproportionen während des Wachstums nicht zu ändern. Das individuelle Wachstumsmuster ist in früher Kindheit festgelegt und ändert sich nicht im Laufe der Entwicklung. In späteren Arbeiten von 1940 und 1941 beschreibt BRODIE (8), daß während eines Zeitraums von einem oder eineinhalb Jahren alle Meßpunkte die Tendenz haben, sich geradlinig auszubreiten, oder aber wie z.B. Nasenboden und Mandibularebene parallel zu den beiden Linien in der Erstaufnahme zu verlaufen. Diese Auffassung beinhaltet auch, daß die Winkelwerte sich bei den Wachstumsvorgängen nicht verändern. Auf diesen Feststellungen beruht die Ansicht des "konstanten Wachstumsmusters".

Eine ähnliche Meinung vertritt auch BROADBENT (6), wenn er 1938 schreibt, daß die Meßpunkte in der medianen Sagittalebene auf einer Geraden nach vorn und unten wachsen mit Ausnahme des Nasions, das nach vorne und ein wenig nach oben wächst. Diese Feststellung konnte er durch Superposition zweier zeitlich getrennter Fernröntgenaufnahmen treffen. Wertvolle Informationen über die Wachstumsvorgänge ergaben die Untersuchungen von HELLMAN (13), der seine Beobachtungen am mazerierten Schädel, am Kopf des Patienten und an Röntgenaufnahmen machte. In seinen Wachstumsdiagrammen klassifiziert er das Material nicht nach dem Alter, sondern nach dem Durchbruchsstadium der Zähne.

- Stadium I - Milchgebiß
- Stadium II - Milchgebiß vor Durchbruch des Sechsjahrmolaren
- Stadium III - Durchbruch von 6 und $1 + 1$
- Stadium IV - Eckzahnwechsel und Prämolarendurchbruch
- Stadium V - zwischen Durchbruch von 7 und 8
- Stadium VI - Erwachsenenstadium

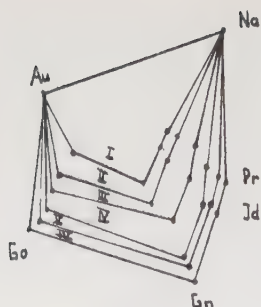


Abb. 3: sagittales Diagramm nach HELLMAN (13) aus
"Orthodontie". par le docteur Izard

Im Rahmen der Wachstumsstudien muß besonders BJÖRK (5) genannt werden, der mit Hilfe von Metallimplantaten in Ober- und Unterkiefer eine Orientierungsmöglichkeit für die Wachstumstendenzen gegeben hat. Die Lageveränderungen der Implantate, die sich bei Superposition der ersten lateralen Fernröntgenaufnahme und der zweiten nach zwei Jahren ergibt, zeigt im Oberkiefer das Ausmaß und die Richtung des suturalen Wachstums an. Im Unterkiefer gibt eine solche Verlagerung Auskunft über das kondyläre Wachstum, das zu einer Rotation des Unterkiefers führt, und gleichzeitig über knochenmodellierende Resorptions- oder Appositionsvorgänge im Bereich des Gonions, des Unterkiefferrandes und der Symphyse. Erwähnt werden muß auch die Arbeit von BJÖRK (4) aus dem Jahre 1947 "The face in profile", deren Ziel es war, das unterschiedliche Aussehen des Profils bei Kindern von zwölf Jahren und Erwachsenen von 21 Jahren zu untersuchen. Diese Studie umfaßt 603 Personen.

Vielfältige Untersuchungen und Messungen an lateralen Fernröntgenaufnahmen von etwa 1000 Patienten stammen von RICKETTS (32), der die so gefundenen Werte dem Computer eingegeben hat. Es handelt sich um Mittelwerte, wie sie in den verschiedenen Altersstufen bei Mädchen und Jungen festgestellt werden können, die entweder neutrale Verzahnung oder aber eine Anomalie aufweisen. RICKETTS hat für jede Altersstufe charakteristische Wachstumswerte abgeleitet, die er als "Module" bezeichnet. Jeder Wachstumsvoraussage legt er das Fernröntgenbild des jeweiligen Patienten zugrunde und verändert die einzelnen Strecken um die von ihm für einen bestimmten Zeitraum, für den die Voraussage gelten soll, gefundenen Wachstumswerte. Hieraus leitet der Autor die für den Patienten vorgesehene Therapie ab und glaubt als Endergebnis die vom Kieferorthopäden durch seine Apparaturen angestrebte Veränderung der fazialen Struktur vorhersagen zu können.

In Anlehnung an den Trend der letzten Zeit, Wachstumsvoraussagen des Kopfskelettes anhand von reproduzierbaren Röntgen-Kopfaufnahmen ermitteln zu können, wurde mir die Anregung gegeben, bei Patienten, die wegen einer Progenie in kieferorthopädischer Behandlung standen, die Gültigkeit solcher Voraussagen in retrospektiver Betrachtung zu untersuchen.

Vor Darstellung der methodischen Fakten, soll zunächst das Bild der Progenie beschrieben werden. Unter Progenie ist die erblich bedingte Anomalie zu verstehen, deren äußere Merkmale in der betonten Kinnpartie und im Vorbiß der unteren Schneidezähne liegen. Bei stärkerer Ausprägung besteht eine Frontzahnstufe, die wegen der Abweichung vom normalen frontalen Überbiß als progene Schneidezahnstufe bezeichnet wird.

John HUNTER (17) beschreibt im Jahr 1778 diese Anomalie. In seiner sehr treffenden Definition sagt er, daß bei diesem Gebißfehler der Unterkiefer zu weit vorspringt, so daß die unteren Frontzähne bei geschlossenem Mund vor denen des Oberkiefers stehen. Dies ist für den Patienten lästig und führt zu einer Entstellung des Gesichtes. Die Bezeichnung "Progenia" erscheint zum ersten Mal 1868 in einem Buch von MEYER (25) "Über Crania progenaea, eine bisher nicht beschriebene Schädeldeformität".

Lange Zeit wurde der Begriff der "Progenie" nach der "Angleschen Klasseneinteilung" (1) mit der Klasse III gleichgesetzt, dem Mesialbiß also, der durch die Mesialverlagerung des Unterkiefers gekennzeichnet ist. KORKHAUS (19) und SCHWARZ (38) unterscheiden jedoch schon die Progenie mit Neutralbiß von der mit Mesialbiß der Molaren, wobei die erstere häufiger im Milchgebiß zu finden ist.

Im angelsächsischen Sprachraum wird die Progenie als "mandibular prognathism" bezeichnet. In der Benennung der Anomalie liegt also schon ihre Definition. HOPKIN (14) beschreibt in einer Veröffentlichung vier Gesichtstypen bei Mesiookklusion und zwar jeweils nach dem auffälligsten Merkmal:

- mandibular protrusion
- maxillary retrusion
- mild Class III oder dominant mandible
- pseudo Class III oder funktional protrusion

Um der Vielgestalt des Problems gerecht zu werden, prägte BIMLER (3) den umfassenderen Ausdruck "progener Formenkreis". Nach HOTZ (16) sieht die Aufgliederung dieses Begriffes folgendermaßen aus:

Kreuzbiß in der Front
Progener Zwangsbiß
Pseudoprogenie
echte (vererbte) Progenie

SCHOPF (34) hat diese Einteilung um drei Begriffe erweitert, nämlich um:

Makrogenie
Progenie mit Mikrognathie
Makrogenie mit Mikrognathie

Diese Differenzierung des progenen Erscheinungsbildes ist sinnvoll in Bezug auf die Prognose der kieferorthopädischen Behandlung. Es ist leicht verständlich, daß die alveolären Stellungsfehler schnell zu beseitigen sind, während die gnathisch fixierten Formen den Behandler oft vor das Problem einer langwierigen und oft auch erfolglosen Behandlung stellen. Deshalb trifft NAWRATH (28) in seiner Publikation die Unterscheidung zwischen benignen und malignen Progenieformen und zwar in Hinsicht auf Erreichung eines rezidivfreien facialen Überbisses der oberen Schneidezähne. Zu den benignen Formen sind der frontale Kreuzbiß und der progene Zwangsbiß zu zählen, während alle Fälle, die echtes exzessives Wachstum zeigen, sich durch Malignität auszeichnen und zwar in Bezug auf eine Beeinflussung durch eine kieferorthopädische Behandlung.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Wachstumsanalyse von Progeniepatienten der kieferorthopädischen Abteilung der Mainzer Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten anhand der Fernröntgen-Profilaufnahme. Es wurden von fünfzig Patienten je zwei Fernröntgenaufnahmen ausgewertet, die zu Beginn, während oder nach

der Behandlung angefertigt worden sind. Die Untersuchung soll zeigen, ob bei der Progenie ein gleichmäßiges Wachstum im craniometrischen und gnathometrischen Bezirk festzustellen ist, oder ob überhaupt keine Regelmäßigkeit bei den fünfzig Patienten nachzuweisen ist. Das Ergebnis soll zur Beantwortung der Frage beitragen: ist anhand der Fernröntgenaufnahme vor Beginn der Behandlung eine Voraussage des zu erwartenden Wachstums möglich?

II. Eigene Untersuchungen

1. Methodik

Die vorliegende Untersuchung wurde mit Hilfe von Fernröntgen-Profilaufnahmen durchgeführt mit dem Ziel, mittels röntgenkephalometrischer Verfahren das Ausmaß von Längen- und Winkelveränderungen in bestimmten Intervallen festzustellen. Die Röntgenbilder waren unter gleichen Aufnahmebedingungen (konstanter Abstand, gleiche Penetration und gleiche Dunkelkammerbedingungen) hergestellt, so daß die Differenz der Messungen als Ausdruck von Formveränderungen anzusehen ist.

Von den in der Literatur beschriebenen Auswertungsmöglichkeiten habe ich zwei im Prinzip differierende Methoden ausgewählt. Das erste stellt ein modifiziertes Verfahren nach SCHWARZ (37) dar, wobei als Bezugsebene die sogenannte Spinaebene dient. Sie hat den Vorteil, das Areal des Gesichtsschädels (craniometrischer Bezirk) und den Bereich unterhalb des Nasenbodens (gnathometrischer Bezirk) isoliert zu beurteilen. Dies ist wichtig, weil die Wachstumszentren und -richtungen - wie eingangs erwähnt - an verschiedenen Orten und in verschiedenen Richtungen zu beurteilen sind.

Das zweite Verfahren nach JARABAK (18) legt eine konventionelle Ebene in Gegend der Schädelbasis zugrunde (Verbindung vom knöchernen Nasion zum fiktiven Sella-Punkt) und ermöglicht überwiegend anguläre Messungen, die das horizontale und vertikale Wachstum dokumentieren.

a) Auswertschema für die Winkel- und Längenwerte nach dem in Mainz üblichen Verfahren

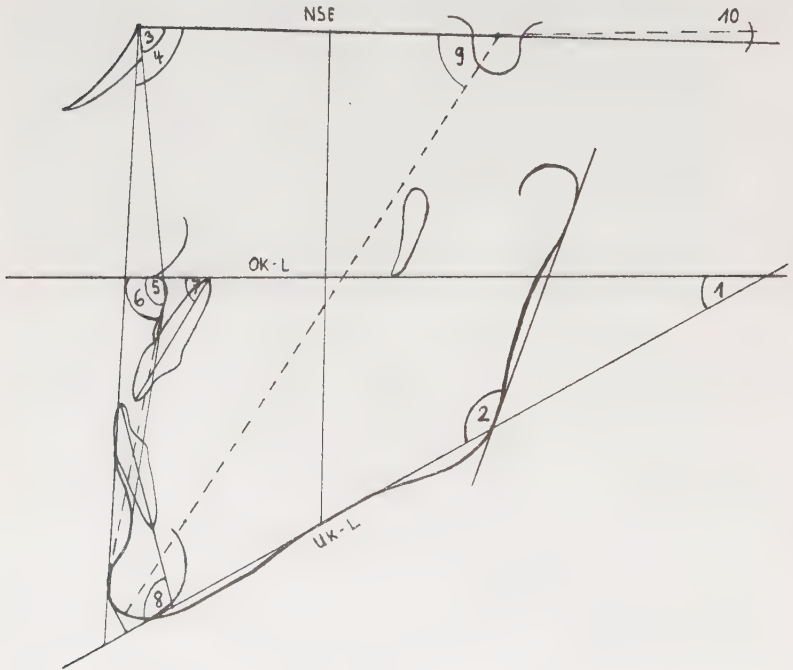


Abb. 4: Winkelmessungen:

1. Basiswinkel	Normwert	25°
2. Gonionwinkel	"	123°
3. Fazialwinkel	"	85°
4. NSe-Pogonionwinkel	"	85°
5. AB-Winkel	"	90°
6. MM-Winkel	"	90°
7. Oberer Schneidezahn- winkel	"	70°

8. Unterer Schneidezahn-		
winkel	Normwert	85°
9. Y -Achsenwinkel	"	59°
10. Inclinationswinkel	"	5°

Längenmessungen:

1. Länge der NSe
2. Oberkieferlänge
3. Unterkieferlänge

Für die Berechnung der Norm der Längenwerte
gelten folgende Beziehungen:

$$\text{NSe} : \text{OK} = 100 : 70$$

$$\text{NSe} : \text{UK} = 20 : 21$$

b) Auswertschema nach JARABAK (18)

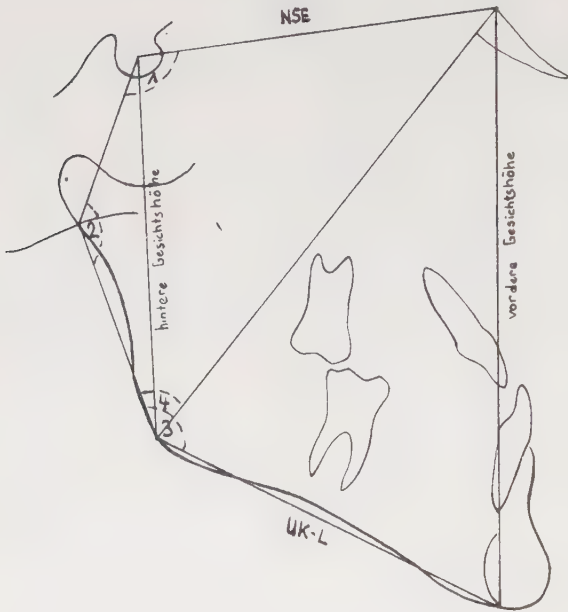


Abb. 5

Winkelmessungen:

1. Sattelwinkel	Normwert	123°
2. Artikularwinkel	"	143°
3. Gonionwinkel	"	130°
4. Oberer Gonionwinkel	"	52°

Längenmessungen:

1. Länge der NSe
2. Unterkieferlänge
3. Vordere Gesichtshöhe
4. Hintere Gesichtshöhe

2. Verwandtes Patientengut

Zunächst erfolgte die Auswahl der an der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Mainz zwischen 1957 und 1972 behandelten Patienten nach den Kriterien für die echte Progenie. In die Untersuchung miteinbezogen wurden auch Fälle, die neben dem zu großen Unterkiefer eine zu kurze Oberkieferbasis aufwiesen. Die ausgewählten Patienten gehörten verschiedenen Altersklassen an.

Die erste Gruppe umfaßt die Patienten, bei denen die erste Fernröntgenprofilaufnahme im Alter von sechs, sieben oder acht Jahren erstellt wurde, die zweite Gruppe beginnt mit neun Jahren und endet mit dreizehn Jahren. Eine Übersicht über die Altersklassen und die Dauer der Behandlung gibt folgende Tabelle:

Gruppe 1	Altersklasse 6-8 Jahre	Zahl der Probanden 22
1a	Behandlungsdauer unter 5 Jahren	10
1b	Behandlungsdauer über 5 Jahre	12
Gruppe 2	Altersklasse 9-13 Jahre	Zahl der Probanden 28
2a	Behandlungsdauer unter 5 Jahren	15
2b	Behandlungsdauer über 5 Jahre	13
		Gesamtzahl der Probanden 50

Tabelle I: Einteilung des verwandten Patientengutes

Eine Unterteilung nach dem Geschlecht wurde nicht vorgenommen.

3. Die Möglichkeit einer Wachstumsvoraussage

Aufgrund der Tatsache, daß anhand von reproduzierbaren Röntgenbildern, die in größeren Zeitabständen vom gleichen Patienten gewonnen werden, wachstumsbedingte Größen- und Formveränderungen objektiviert werden können, stellt sich die Frage, ob unter bestimmten Voraussetzungen auch Wachstumsvoraussagen möglich sind.

Die Feststellung von Größe und Formveränderungen läßt sich auf metrischem Wege oder durch das Verfahren der Superposition feststellen. Beim letzteren Verfahren ist es notwendig, Superpositionsunkte oder -linien zu wählen. Dabei ergibt sich die Schwierigkeit ein für alle Areale gültiges Zentrum zu bestimmen. Es fehlt nicht an Hinweisen in der Literatur, auf welche Weise die Schwierigkeiten zu beherrschen sind. So empfiehlt KORKHAUS (21), die röntgensichtbare Wölbung des harten Gaumens als Superpositionslinie zu wählen, während NAWRATH (29) eine fiktive Linie (Null-Linie) bestimmt und den Kreuzungspunkt an der Spinaebene als Superpositionsunkt (S) bezeichnet. Beide Verfahren beschränken sich unter Vernachlässigung der Hirnhemisphäre auf metrische Bestimmung im Kiefer- und Gesichtsbereich. Wachstumsvoraussagen, die in den letzten Jahren besonders in den Vereinigten Staaten von Nordamerika erarbeitet worden sind, stützen sich überwiegend auf die Untersuchungen von RICKETTS (32), die eine Superposition auf 22 verschiedenen Linien und Punkten verlangen und der Auswertung durch den Computer dienen sollen.

Zur Verdeutlichung werden im folgenden je zwei Fernröntgen-Profilaufnahmen von zwei Patienten nach den vorgenannten Methoden ausgewertet.

Fall 3131 ist nach der Methode von JARABAK (Superposition auf der NSe mit Se als Fixpunkt) ausgewertet. Das Diagramm Abb. 6 zeigt die Veränderungen, die in einem Zeitraum von zwei Jahren stattgefunden haben.

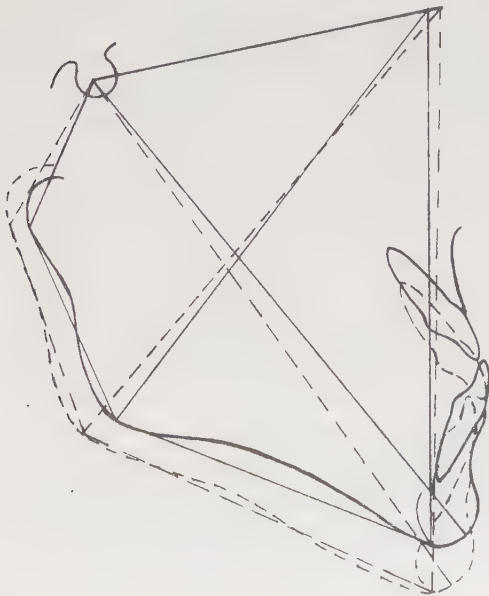


Abb. 6: Durchzeichnung der 1. und 2. Röntgenaufnahme von Fall 3131 nach JARABAK, Superposition auf der NSe mit Se als Superpositionspunkt

Die Aufnahme am Beginn der Behandlung, ausgezogene Linie, läßt den prognen Stufenbiß erkennen: Sattel-

winkel 127° , Artikularwinkel 131° , Gonionwinkel 135° , oberer Gonionwinkel 60° , Länge der NSe 62 mm, Unterkieferlänge 62 mm, vordere Gesichtshöhe 98 mm, hintere Gesichtshöhe 61,5 mm. In der Zweitaufnahme nach zwei Jahren ist der faciale Überbiß schon erreicht. Was die Winkel anbelangt, zeigt sich eine Zunahme des Sattelwinkels (130°), während der Artikular- und der Gonionwinkel keinerlei Veränderungen aufweisen. Auch der obere Gonionwinkel hat seinen Winkelwert nicht verändert. Einen Längenzuwachs haben die Gesichtshöhen erfahren, wobei die vordere Gesichtshöhe mit 108 mm eine größere Zuwachsrate als die hintere Gesichtshöhe mit 65 mm zeigt. Wachstum ist auch bei der NSe mit 65 mm und dem Unterkiefer mit 69 mm festzustellen. Der Vergleich mit der Erstaufnahme verdeutlicht das stärkere Unterkieferlängenwachstum.

Der Fall 2833 wurde nach der an der Mainzer Klinik gebräuchlichen Methode ausgewertet. Das Diagramm (Abb. 7) zeigt die wachstumsbedingte und durch die kieferorthopädische Behandlung erreichte Veränderung besonders deutlich. Auf der Aufnahme vor dem Beginn der Behandlung ist noch die progene Verzahnung zu sehen, während die zweite Aufnahme nach sechs Jahren wiederum den facialen Überbiß zeigt. Zugleich sind die wachstumsbedingten Zuwachsraten im craniometrischen und gnathometrischen Bezirk, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung, erkennbar.

Die erste Aufnahme zeigt folgende Winkel- und Längenwerte: Basiswinkel 21° , Gonionwinkel 120° , Fazialwinkel 77° , NSe-Pogonionwinkel 82° , AB-Winkel 86° , MM-Winkel 89° , oberer Schneidezahnwinkel 62° , unterer Schneidezahnwinkel 84° , Inclinationswinkel $4,5^{\circ}$.

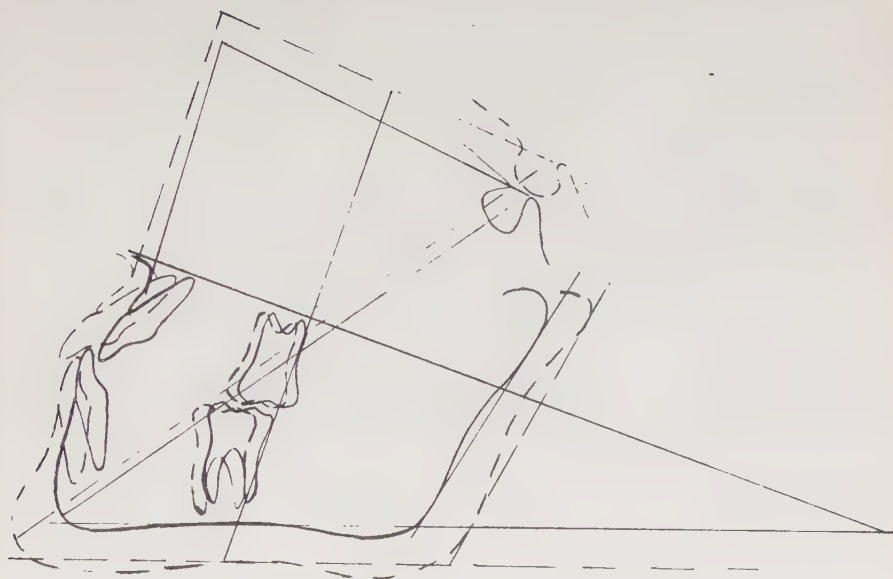


Abb. 7: Durchzeichnung der 1. und 2. Röntgenaufnahme
des Falles 2833 mit S als Superpositionspunkt

Länge der NSe 62 mm, Oberkieferlänge 41 mm, Unterkieferlänge 67 mm. Der Unterkiefer ist um 1,9 mm gegenüber dem Normwert zu lang.

Nach sechs Jahren ist in der Abschlufaufnahme durch eine Vergrößerung des Fazialwinkels (82°) eine Vorentwicklung des Oberkiefers zu vermerken. Der NSePo-Winkel zeigt mit 86° auch eine Vorlage des Unterkiefers gegenüber der Erstaufnahme an. Die Ursache dafür liegt in dem exzessiven Längenwachstum der Man-

dibula, die mit 78 mm die Norm um 7,1 mm überschreitet. Die anderen Winkel der zweiten Aufnahme sind: Basiswinkel 20° , Gonionwinkel 117° , AB-Winkel 88° , MM-Winkel 88° , oberer Schneidezahnwinkel 57° , unterer Schneidezahnwinkel 92° , Inclinationswinkel $2,5^{\circ}$.

Für die Wachstumsvoraussage interessiert aus therapeutischer Sicht ganz besonders die Wachstumsrichtung, die, wie die Nachuntersuchungen ergeben haben, von den Wachstumsdiagrammen nach BRODIE (8) mehr oder weniger abweichen. Hieraus resultieren die Begriffe eines betont vertikalen und horizontalen Wachstums, die JARABAK (18) als "clockwise" und "counter-clockwise" Entwicklung bezeichnet hat.

Diese Wachstumsrichtung an den untersuchten Röntgenbildern zu eruieren und sie retrospektiv mit der Wachstumsvoraussage der in der ersten Aufnahme durchgeführten Analyse zu vergleichen, galt im besonderen die Untersuchung.

Nach BRODIE (8) vollzieht sich das skelettale Wachstum des Kopfes in einer Richtung, die vom Zentrum der Sellagrube zum Gnathion führt. Nach DOWNS (10) wird diese Verbindungslinie als Y-Achse bezeichnet. Es besteht also die Möglichkeit, den Winkelwert zwischen NSe und der Y-Achse als Kriterium der Wachstumsrichtung zu verwenden. Die Bestimmung der Änderung der Wachstumsrichtung erfolgt durch Superposition von erster und zweiter Aufnahme auf der NSe mit Se als "Fixpunkt", wobei die Y-Achse die Orientierungslinie darstellt. Ein Größerwerden des Winkels zwischen NSe und der Y-Achse deutet auf verstärktes Vertikalwachstum, ein Kleinerwerden auf eine horizontale Wachstums-

tendenz hin. Mit Hilfe dieser Untersuchung soll die Aussage der Winkelsumme auf ihre Richtigkeit untersucht werden. Ergänzende Empfehlungen wurden von BJÖRK (4) und JARABAK (18) in der Summation bestimmter Winkel gegeben, wonach BJÖRK die Summe der Normwerte von Sattelwinkel, Artikularwinkel und Gonionwinkel ermittelt, die 396° beträgt. Liegt die Winkelsumme unter diesem Wert, so handelt es sich um horizontales Wachstum ("counter-clockwise"), liegt sie darüber um vertikales Wachstum ("clockwise"). Unterstützt wird diese Aussage durch die Messungen der vorderen und hinteren Gesichtshöhe von JARABAK, wobei der Wert für die hintere Gesichtshöhe in Prozent des Maßes der vorderen Gesichtshöhe ausgedrückt wird: 56 % - 62 % bedeuten "clockwise-" und 65 % - 80 % "counter-clockwise Wachstum".

Als Beispiel diene Abb. 6. In diesem Fall (3131) zeigt die Summe der drei Winkel einen Wert von 393° , was auf horizontales Wachstum hinweist, während das Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe (62 %) im Bereich des "clockwise" Wachstums liegt. In der Zweitaufnahme nach zwei Jahren beträgt die Winkelsumme 396° , und das Gesichtshöhenverhältnis weist einen Wert von 60 % auf, was in beiden Fällen "clockwise" Wachstum bedeutet. Die Abb. 6 zeigt diese vertikale Wachstumsrichtung, was durch die Wahl der Superposition auf der NSe und durch den Verlauf der Y-Achse besonders deutlich wird.

Diesen Möglichkeiten zur Bestimmung der Wachstumsrichtung von BJÖRK und JARABAK stelle ich eine Winkelsumme gegenüber, die sich auf die in Mainz gebräuchlichen Winkel stützt. Zur Anwendung kommen Gonionwinkel, Basiswinkel, Inklinationswinkel und NSePo-Winkel, deren

Summe aufgrund ihrer Normwerte 238° betragen soll. Verringert sich dieser Betrag, so handelt es sich um horizontales Wachstum, vergrößert sich jedoch die Summe, so kann man eine vertikale Wachstumsrichtung annehmen. Bei der Anwendung dieser Methode auf Fall 2833 ergibt sich eine Summe der vier Winkel von 227° , also horizontales Wachstum. Die Winkelsumme bei der zweiten Auswertung nach sechs Jahren beträgt 225° , was die Anfangsaussage über horizontales Wachstum bestätigt und auch mit dem Verlauf der Y-Achse nochmals übereinstimmt.

4. Vergleich der Längen- und Winkelwerte von erster und zweiter Aufnahme

Im Rahmen meiner Untersuchungen interessierte vorrangig die Frage einer möglichen Änderung des bei Progenie vorliegenden Wachstumsmusters. Hierzu wurden für die einzelnen Gruppen Mittelwerte der Differenzen zwischen erster und zweiter Röntgenaufnahme für die einzelnen Meßwerte (Variablen) berechnet. Die Ergebnisse (Mittelwerte, Standardabweichungen und Vertrauensbereiche) sind in Tabelle VIII dargestellt.

Für die Längenmessungen von NSe, OK und UK ergibt sich folgendes:

Variable	NSe	OK	UK	NSeJ	UKJ
Gesamtmaterial	3,60	2,82	7,46	3,40	6,80
Gruppe 1a	3,40	2,40	5,10	2,80	5,70
1b	3,50	2,75	9,00	3,25	8,42
2a	3,06	2,00	6,13	3,00	5,33
2b	4,46	4,15	9,38	4,46	7,84

Tabelle II: Mittelwerte der Differenzen zwischen erster und zweiter Aufnahme von NSe, OK- und UK-Längen nach Mainz und JARABAK

Betrachtet man die in Tabelle VIII angegebenen Vertrauensbereiche für die in Tabelle II angegebenen Strecken, so ist ein Längenzuwachs während einer bestimmten Zeit als statistisch gesichert anzusehen ($P < 0,01$), da der Wert 0 in keinem der genannten Vertrauensbereiche enthalten ist.

Bei dem Vergleich der Mittelwerte von NSe, Ober- und Unterkiefer scheint der Unterkiefer in allen Gruppen einen größeren Längenzuwachs als die NSe und der Oberkiefer zu erfahren. Bei der Untersuchung der Konfidenzbereiche zeigt sich allerdings, daß ein gegenüber der NSe vermehrtes Wachstum des Unterkiefers nur im Gesamtmaterial, den Gruppen 1b und 2b als statistisch gesichert angesehen werden kann, in den Gruppen also, die die Beobachtungsdauer von fünf Jahren überschreiten. In der Gegenüberstellung des Längenzuwachses von Ober- und Unterkiefer ist das größere Unterkieferwachstum nur im Gesamtmaterial und den Gruppen 1b, 2a nachzuweisen.

Ein weiterer Vergleich soll zwischen der nach Mainz und der nach JARABAK gemessenen Unterkieferlänge gezogen werden (Mainz-Meßpunkte: 1. Senkrechte vom Pogonion auf die Mandibularebene 2. Schnittpunkt der Mandibularebene mit der Unterkieferasttangente; JARABAK-Meßpunkte: 1. Menton 2. Gonion). Nach HOROWITZ, CONVERSE und GERSTMAN (15) ist die sogenannte Kinnlänge, gemessen zwischen der Senkrechten vom Pogonion und der der Senkrechten vom B-Punkt auf die Mandibularebene, bei Progeniepatienten gegenüber einer Kontrollgruppe mit neutraler Verzahnung deutlich vergrößert. Auf die beiden hier untersuchten Unterkieferlängenmessungen mit den unterschiedlichen Meßpunkten übertragen läßt sich eine größere Unterkieferzu-

wachsrates nach der in Mainz gebräuchlichen Meßmethode erwarten. Statistisch ist bei dem hier betrachteten Patientengut kein vermehrtes Wachstum, was den Abstand zwischen Menton und der Senkrechten vom Pogonion anbelangt, nachzuweisen. Der Unterkiefer zeigt also die Tendenz eines gleichmäßigen Wachstums in allen seinen Abschnitten.

Andere Längenmessungen, die in Tabelle VIII aufgeführt sind, betreffen die vordere und hintere Gesichtshöhe. Die Vertrauensbereiche enthalten in keinem Fall den Wert 0. Aus diesem Grund ist ein Längenzuwachs während einer bestimmten Zeitspanne als statistisch gesichert anzusehen ($P < 0,01$). Von Interesse ist nun die Untersuchung, ob eine der beiden Strecken einen größeren Längenzuwachs während der Beobachtungszeit erfährt als die andere. Die Konfidenzbereiche lassen aber erkennen, daß in keiner Gruppe ein als statistisch signifikant anzusehender Längenzuwachs, sei es nun für die anteriore oder posteriore Gesichtshöhe, festzustellen ist.

Nun sollen die Winkelwerte und ihr Verhalten während der Behandlung betrachtet werden. Wenn eine Beeinflussung der Winkelgrößen möglich ist, würde das bedeuten, daß das "facial pattern" bei Progenie geändert und ein günstiges Ergebnis erzielt werden kann.

Aus den in Tabelle VIII dargestellten Konfidenzbereichen geht hervor, welche Mittelwerte sich signifikant zu null unterscheiden.

Variable	Gesamtmaterial	1a	1b	2a	2b
Ba	x		x		x
Incl	x				x
Fa					
NSePo					
AB					x
MM					x
Artikul.					
Sattel.					
Go	x		x		x
ob.Go	x		x		x

Tabelle III: x bedeutet statistisch signifikante Änderung der Winkelwerte in den einzelnen Gruppen anhand der Konfidenzbereiche in Tabelle VIII

Wenn man nun zunächst den Basiswinkel betrachtet, so sieht man, daß er einmal innerhalb des Gesamtmaterials und dann in den Gruppen mit einer Behandlungsdauer über fünf Jahre eine Änderung erfährt und zwar eine Verkleinerung: Mittelwert der Differenz - 1,9, der zugehörige 99 %-Konfidenzbereich reicht von - 3,45 bis - 0,39.

Eine Vergrößerung tritt dagegen beim Inklinationswinkel ein, statistisch nachzuweisen nur im Gesamtmaterial und der Gruppe 2b. Auch der Gonionwinkel (nach Mainz und JARABAK ausgewertet) zeigt in den gleichen Gruppen wie der Basiswinkel eine Verkleinerung, ebenso der obere Gonionwinkel.

Der Sattel- und der Artikularwinkel zeigen ein unterschiedliches Verhalten. Eine Veränderung läßt sich für die hier untersuchten Gruppen statistisch nicht nachweisen. Die Frage der Lageveränderung des Kieferköpfchens in Bezug auf die Schädelbasis während der Behand-

lung ist in dieser Untersuchung nicht zu beantworten.

Eine statistisch signifikante Änderung zeigt dagegen der Gonionwinkel. Die Möglichkeit dieser Winkelverkleinerung ist beim horizontalen Unterkieferast zu suchen, da eine Änderung des aufsteigenden Astes nicht nachzuweisen ist. Die geringere Neigung der Mandibularebene kann durch eine Umgestaltung des Knochens bewirkt werden, feststellbar vor allem im Bereich des Gonions und der stärksten Einziehung des Unterkieferrandes, den beiden Punkten also, die den Verlauf der Mandibularebene bestimmen. Diese Aussage stützt sich auf die Arbeit von BJÖRK (5), der Wachstumstendenzen mit Hilfe von Metallimplantaten an fünf Patienten untersuchte. Bei dem Progeniepatienten stellte er eine Knochenanlagerung am Unterrand der Mandibula fest, vor allem im Bereich des Gonions, ebenso am hinteren Rand des aufsteigenden Astes, während eine Resorption am vorderen Ast aufgetreten war. Die Neigung der Mandibularebene hatte abgenommen, bedingt durch eine Rotation des ganzen Unterkiefers und durch die Knochenanlagerung am Gonion. Diese Tatsache erklärt auch die Abnahme des Basiswinkels in der vorliegenden Untersuchung. WALKHOFF (39) beschreibt ebenfalls eine starke Knochenapposition am äußeren Kieferwinkel bei Progenie, und nach SCHURICHT (36) spielt sich die gesamte Längenentwicklung des Unterkiefers am distalen Kieferteil ab. Eine Rotation der Mandibula durch Apposition am Processus condylaris kann jedoch mit Hilfe der hier angewandten Winkel nicht nachgewiesen werden.

Bei Betrachtung der drei Winkel nach BJÖRK ergeben sich für Mittelwerte und Standardabweichungen im Gesamtmaterial folgende Werte:

Variable	$\bar{x}$	s	
Gonionwinkel	133,38	5,44	in der 1. Aufnahme
	131,36	6,54	" " 2. "
Sattelwinkel	123,52	4,14	" " 1. "
	123,98	4,58	" " 2. "
Artikularwinkel	141,46	5,89	" " 1. "
	142,36	5,46	" " 2. "

Tabelle IV: Mittelwerte und Standardabweichungen von Gonion-, Sattel- und Artikularwinkel im Gesamtmaterial

Der Sattelwinkel zeigt also keinen von der Norm abweichenden Wert bei den hier untersuchten Progeniefällen, während der Artikularwinkel einen für die Progenie typischen verringerten Wert, der Gonionwinkel dagegen einen über der Norm liegenden Wert aufweist. Was nun die Verkleinerung des oberen Gonionwinkels im Gesamtmaterial $\bar{x}$ 3,14 s 3,21 anbelangt, so ist als Ursache bei gleichbleibendem Artikularwinkel nur eine Neigungsänderung der Strecke GoNa, der "facial depth", denkbar. Diese erfolgt durch ein Vertikalwachstum, das größer als das Horizontalwachstum ist. In der Definition nach JARABAK des oberen Gonionwinkels ist diese Feststellung schon enthalten, denn eine Abnahme des Winkels unter 56° bedeutet vertikales oder "clockwise" Wachstum.

Bei Betrachtung des Fazialwinkels sieht man, daß er in keiner Gruppe eine signifikante Änderung aufweist. Da er ein Maß für die Lage des Oberkiefers darstellt, bedeutet diese Feststellung, daß im Laufe der Behandlung und während des Wachstums keine Vorverlagerung des Oberkiefers in Bezug auf die Schädelbasis nachzuweisen ist.

RAKOSI (30) hat eine Tabelle für Änderungen des Fazialwinkels bei Fällen ohne Gebißenomalie zusammengestellt:

Autor	Alter	Änderungen des Fa.-W.
Björk	12 - 21	+ 0,7
Northw. Analyse	11 - 18	+ 1,2
Hausser	6 - 30	+ 2,0
Lande	7 - 18	+ 1,25
Hixon	5 - 13	+ 2,0
Progeniefälle	6 - 20	- 4,0

Tabelle V: Untersuchungen über Änderungen des Fazialwinkels von verschiedenen Autoren, zusammengestellt von RAKOSI (30)

Im Gegensatz zu den Feststellungen der obengenannten Autoren hat RAKOSI bei Progeniepatienten eine Abnahme des Winkels um 4° festgestellt in einem Alter von 6 - 20 Jahren. In der hier vorliegenden Untersuchung dagegen beträgt der Mittelwert der Wachstumsänderung beim Gesamtmaterial $\bar{x}$ 0,58 s 2,25, was überhaupt keinen Schluß auf eine Änderung zuläßt. Die mittlere Größe des Fazialwinkels beträgt im

Gruppe	Aufnahme	$\bar{x}$	s
Gesamtmaterial	1.	82,46	3,66
	2.	83,04	3,81
Alter 6 - 8 Jahre	1.	82,63	4,05
	2.	82,90	4,16
Alter 9 - 13 Jahre	1.	82,28	3,43
	2.	83,17	3,54

Tabelle VI: Mittelwerte und Standardabweichungen des Fazialwinkels in den einzelnen Gruppen

KORKHAUS und NEUMANN (22) haben folgende Mittelwerte für den Fazialwinkel gefunden:

Patienten mit korrekter Okkl.	(n=39)	83°
Progenie im Wechselgebiß	(n=10)	77,5°
Progenie im Milchgebiß	(n=19)	78,8°
Progenie im bleibenden Gebiß	(n=21)	80,2°

Die Ursache für die etwas niedrigeren Werte des Winkels (Mainz-Norm 85°) liegt in der Wahl eines anderen Bezugspunktes und zwar des Nasospinales anstelle des A-Punktes der Mainzer Auswertung. Die in dieser Untersuchung gefundenen Werte von 82° - 83° machen deutlich, daß der Oberkiefer bei Progeniepatienten im Durchschnitt eine Retroposition zeigt, und daß während der Behandlung keine signifikante Änderung des A-Punktes erreicht werden kann.

Ein Durchschnittswert des Fazialwinkels bei Progenie von $\bar{x}$ 82° s 4,2 wird auch von LIEB (24) angeführt im Rahmen seiner Untersuchungen über den Aufbau des Gesichtsschädels.

Um die Lage des Unterkiefers in Bezug auf die Schädelbasis zu bestimmen, wurde der NSePo-Winkel gemessen. Die gefundenen Mittelwerte bewegen sich in ähnlicher Größenordnung wie die des Fazialwinkels:

Gruppe	Aufnahme	$\bar{x}$	s
Gesamtmaterial	1.	82,22	3,72
	2.	83,44	4,00
6 - 8 Jahre	1.	82,23	4,06
	2.	83,19	4,74
9 - 13 Jahre	1.	82,21	3,53
	2.	83,64	3,42

Tabelle VII: Mittelwerte und Standardabweichungen des NSePo-Winkels

Diese Werte liegen erstaunlicherweise unter dem in dieser Arbeit von RICKETTS (31) übernommenen Normwert von $\bar{x}$ 85,0° s 3,2.

KORKHAUS und NEUMANN (22) haben bei 39 Patienten mit neutraler Bißlage einen Durchschnittswert von 81° gefunden, HOROWITZ, CONVERSE und GERSTMAN (15) bei einer Untersuchung von 30 Fällen sogar nur $\bar{x}$ 80,8° s 3,4. Die beiden letztgenannten Autoren stellen diesem Kontrollwert zwei Progeniegruppen, die eine mit horizontalem Wachstum und die andere mit offenem Biß, also vertikalem Wachstum, gegenüber. Für den NSePo-Winkel finden sie in der ersten Gruppe $\bar{x}$ 87,0° s 4,2 und in der zweiten Gruppe nur $\bar{x}$ 84,8° s 5,1. Das bedeutet, daß bei Progeniepatienten mit mehr vertikal gerichtetem Wachstum der NSePo-Winkel nicht unbedingt eine Vergrößerung zeigen muß.

Statistisch ist auch bei diesem Winkel keine signifikante Änderung im Laufe der Behandlung festzustellen. Das bedeutet, daß eine Rückverlagerung des Unterkiefers zwar nicht nachzuweisen, aber auch nicht auszu-

schließen ist, da der Winkel bei Rückverlagerung der Mandibula gleich groß bleiben kann auf Grund eines starken Unterkieferlängenwachstums.

Die intermaxillären Beziehungen finden ihren Ausdruck im AB- und MM-Winkel, wobei sich der AB-Winkel auf die Lage der apikalen Basen von Ober- und Unterkiefer bezieht, der MM-Winkel, wie sein Name schon sagt, auf die Lagebeziehung von Maxilla zu Mandibula. Wie aus Tabelle III hervorgeht, zeigen diese beiden Winkel nur in der Gruppe 2b eine signifikante Änderung, also nur dort, wo eine langjährige Behandlung und ein fortgeschrittenes Alter zusammentreffen.

Der AB-Winkel zeigt in dieser Gruppe 2b eine Abnahme von $\bar{x}$ 4,69° s 5,34, der MM-Winkel von $\bar{x}$ 4,61° s 4,95. Wenn man nun den Mittelwert der beiden Winkel in der Altersgruppe von 9 - 13 Jahren betrachtet, so ergibt sich für den

AB-Winkel in der 1. Aufnahme	$\bar{x}$ 92,35	s 5,31
2. "	$\bar{x}$ 90,71	s 5,54
MM-Winkel in der 1. Aufnahme	$\bar{x}$ 92,21	s 5,28
2. "	$\bar{x}$ 90,42	s 5,23

Diese Abnahme der beiden Winkelgrößen entspricht annähernd der Veränderung des Basiswinkels, dessen Mittelwerte in der gleichen Gruppe wie oben:

in der 1. Aufnahme	$\bar{x}$ 30,21	s 6,57	
2. "	$\bar{x}$ 28,35	s 6,23	betragen.

Die Korrelation zwischen Basiswinkel und MM-Winkel erweist sich in den ersten Aufnahmen der Gruppe 2b als

statistisch auffällig ($r = 0,48$), während mit dem AB-Winkel ($r = 0,38$) keine Korrelation besteht. Nach der Behandlung, in der zweiten Aufnahmegruppe also, zeigt sich sowohl für den AB-, als auch für den MM-Winkel eine Korrelation mit dem Basiswinkel, die als statistisch signifikant anzusehen ist (r für AB = $0,58$, r für MM = $0,66$). Diese Veränderung der Korrelation während der Behandlung wurde statistisch nicht geprüft und könnte gegebenenfalls an einem neuen Material nochmals untersucht werden.

Eine Lageveränderung der Kiefer zueinander läßt sich also aus der statistisch signifikanten Änderung von AB- und MM-Winkel in der Gruppe 2b nicht nachweisen aufgrund der Korrelation mit dem sich ebenfalls signifikant ändernden Basiswinkel.

Auf die Winkel der oberen und unteren Schneidezähne möchte ich nur kurz eingehen, da ihre Änderungen zwar große Bedeutung für den Behandlungserfolg und das Erreichen des fazialen Überbisses, nicht aber für die skelettale Struktur des Schädels haben.

Wie WOCHESLANDER (40) nachweisen konnte, zeigen die oberen Schneidezähne eine größere Protrusion, die unteren dagegen eine stärkere Retrusion am Ende der Behandlung. Dadurch wird in den meisten Fällen die Beseitigung der progenen Frontzahnstufe erreicht.

SCHUBERT (35) kam aufgrund regressionsanalytischer Untersuchungen an 24 Progeniepatienten zu dem Schluß, daß die Inversion der unteren Schneidezähne in keinem Zusammenhang mit dem progredienten Unterkieferwachstum steht, also unabhängig von der knöchernen Schädelstruktur ist.

FRÄNKEL (11) bezeichnet diese Inversion als Ausdruck der labio-lingualen Peristase.

5. Ergebnisse nach Bestimmung der Wachstumsrichtung

Zur Frage der Wachstumsrichtung, vertikal oder horizontal, sollen nun die Ergebnisse aufgezeigt werden. Die in Tabelle IX zusammengestellten Meßwerte ermöglichen die Beurteilung der jeweiligen Wachstumsrichtung bei drei auf das Wachstum des Kopfskelettes gerichteten Auswertungsverfahren. Die Verfahren nach Björk, Jarabak und der in Mainz verwendeten Methode basieren auf der Summation von Winkelwerten in bestimmten cranio- und gnathometrischen Meßbereichen. Beim Verfahren nach Jarabak kommt zusätzlich das Längenverhältnis von anteriorer und posteriorer Gesichtshöhe hinzu.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse ergibt eine unterschiedliche Information über die zu erwartende Wachstumsrichtung in Bezug auf betont horizontales bzw. vertikales Wachstum.

So ist bei den 50 untersuchten Patienten in der Erst- und Zweitaufnahme

nach Björk	bei 14 Patienten = 28 %
------------	-------------------------

nach Jarabak	bei 10 Patienten = 20 %
--------------	-------------------------

nach dem Mainzer Verfahren	bei 7 Patienten = 14 %
----------------------------	------------------------

horizontales Wachstum (nach Jarabak "counter-clockwise" bezeichnet) zu beobachten.

Eine Übereinstimmung der Aussage ergab sich nur in sechs Fällen. Trotz des Unterschiedes muß aber fest-

gestellt werden, daß bei allen drei Verfahren das vertikale Wachstum (nach Jarabak "clockwise") überwiegend konstatiert wurde.

Einschränkend ist hinzuzufügen, daß diese Feststellung für die Selektion der Probanden gültig ist.

Von weiterem Interesse erschien die Frage, ob die mit Hilfe der drei Verfahren gewonnene Information in Einklang zu bringen ist mit den zu Beginn der röntgenkephalometrischen Ära erarbeiteten Wachstumsdiagrammen von BROADBENT (6) und BRODIE (7). Letzterer verwendet in seinen Diagrammen die von DOWNS (10) empfohlene Y-Achse. Sie verläuft als fiktive head-line vom Zentrum der Sella-Gruben-Markierung zum anthropologisch deutbaren Gnathion des Unterkiefers. In Beziehung zur Nasion-Sella-Geraden bildet die Y-Achse einen Winkel, der im Mittel 59° betragen soll. Die Verkleinerung des Winkelwertes deutet auf horizontales Wachstum hin, wie andererseits seine Zunahme als vertikales Wachstum zu beurteilen ist.

Es bietet sich also die Möglichkeit einer Kontrolle mittels der Superposition auf der Nasion-Sella-Linie und der Sella-Markierung oder durch Beurteilung der Winkelgröße bei der Erst- und Zweitaufnahme.

Die Untersuchung mittels der Superposition und der Winkelkontrolle erbrachte eine Bestätigung der in der Erstaufnahme voraussehbaren Wachstumsrichtung und zwar nach Björk in 35 Fällen, nach Jarabak in 40 Fällen und nach dem Verfahren in Mainz in 41 Fällen.

Obwohl die in letzter Zeit aktuell gewordene Wachstumsvoraussage durch die vorliegende Untersuchung keine absolut gültige Bestätigung findet, sind die drei Verfahren als orientierende Hilfen bei der Wachstumsprognose als brauchbar zu bezeichnen, insbesondere bei Anomalien der Progenie, deren transformatorische Behandlungsmöglichkeiten erfahrungsgemäß begrenzt sind. Das voraussehbare horizontale Wachstum wird die Notwendigkeit eines operativen Eingriffes nach Abschluß des Kieferwachstums früher erkennen lassen und vergebliche Bemühungen langwieriger Behandlungen einschränken können.

III. Diskussion der Ergebnisse

Die in dieser Arbeit gewonnenen Daten von Fernröntgen-Profilaufnahmen sollten Auskunft geben über formelle Veränderungen des Kopfskelettes, die sich durch physiologisches Wachstum und kieferorthopädische Behandlung bei Progeniepatienten praktisch ergeben. Gleichzeitig war die Frage nach einem erkennbaren Wachstumsmuster zu beantworten.

Das zweidimensionale Summationsbild einer Röntgen-Kopfaufnahme gestattet eine Festlegung von Markierungspunkten und -linien, die sich zur metrischen Erfassung von Winkel- und Längenwerten eignen. Jede Veränderung der Werte an zeitlich auseinanderliegenden Aufnahmen ergibt unter der Voraussetzung gleichbleibender Aufnahmebedingungen Informationen über quantitative Wachstumsvorgänge und Behandlungsergebnisse. Mit Hilfe statistischer Methoden wurden die Meßergebnisse auf signifikante Änderungen hin überprüft. Dabei ergab sich erwartungsgemäß eine statistisch gesicherte Zuwachsrates für die Werte der Schädelbasis-, Ober- und Unterkieferlänge.

Der Nachweis des für Progenie so charakteristischen übermäßigen Längenwachstums des Unterkiefers (SCHUBERT (35)) wurde durch einen Vergleich mit dem Längenzuwachs der Schädelbasis und der Betrachtung der zugehörigen Konfidenzbereiche geführt und konnte nur für das Gesamtmaterial, die Gruppen 1b und 2b erbracht werden. Für den Abschnitt des Kinnbereiches war in sagittaler Entwicklung zwar eine Vergrößerung festzustellen. Sie übertraf jedoch nicht die Wachstumsra-

raten anderer Regionen.

Bei der statistischen Auswertung der Winkelwerte zeigte sich die statistisch signifikante Änderung des Gonionwinkels im Sinne einer Verkleinerung, die als eindeutige Folge der angewandten Therapie und damit als Abänderung des Wachstumsmusters zu bewerten ist. Diese Feststellung entspricht der durch viele Beispiele bewiesenen Knochentransformation, die bei Progeniepatienten im Bereich des Kieferwinkels röntgenologisch nachweisbar ist. In gleicher Weise kann die signifikante Verkleinerung des Kieferbasiswinkels als therapeutischer Effekt erklärt werden, weil alle funktionellen und allodynamischen Behandlungsgeräte, die bei Progeniepatienten verwendet werden, in sinnvoller Anwendung eine Einwirkung auf das corpus mandibulae in dorsaler Richtung ausüben sollen. Dieser Einwirkung ist die Transformation im Kieferwinkel zuzuschreiben, die wiederum eine Positionsänderung der Unterkieferrandebene herbeiführt und verständlicherweise eine Verkleinerung des Basiswinkels zur Folge hat.

Der Sattel- und der Artikularwinkel haben in keiner Probandengruppe Anhaltspunkte für eine statistisch nachweisbare Änderung gegeben.

Zur Beurteilung der Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer zur Schädelbasis wurden der Fazialwinkel (Scheitelpunkt am Nasion, die Schenkel zum Sellapunkt und zur apikalen Begrenzung der Oberkieferbasis führend) und der Profilwinkel (Scheitelpunkt am Nasion, die Schenkel zum Sellapunkt und Kinnvorsprung führend)

verwendet.

Für die Bewertung des Fazialwinkels ergaben sich zwei Fakten. Zunächst war diagnostisch festzustellen, daß in Überwiegender Zahl eine Retroposition des Oberkiefers vorlag. Weiterhin wurde ersichtlich, daß eine wünschenswerte Nachentwicklung der Oberkieferbasis nicht erreicht werden konnte.

Der Profilwinkel zeigte in statistischer Sicht keine Veränderung, so daß eine effektvolle Dorsalverlagerung des Kinnpunktes ausgeschlossen werden muß.

Die Kontrolle des Wachstumsmusters und die Gültigkeit seiner Vorausbeurteilung für die Jahre der Kieferentwicklung während der zweiten Dentition wurde im vorangegangenen Kapitel behandelt, so daß hier auf die dort getroffenen Feststellungen verwiesen wird.

IV. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit verfolgte das Ziel, an Fernröntgen-Profilaufnahmen von 50 Patienten mit den Merkmalen einer hereditär anzunehmenden Progenie retrospektiv Behandlungsergebnisse zu betrachten, ihre Lokalisation zu bestimmen und das spezifische Wachstumsmuster - sofern ein solches nachweisbar ist - zu beurteilen.

Gleichzeitig sollte die Frage aufgehehlt werden, ob - wie in letzter Zeit von amerikanischen Autoren hervorgehoben wird - Voraussagen des Schädelwachstums anhand von lateralen Röntgen-Kopfaufnahmen objektivierbare Bedeutung haben.

In der Einleitung werden unter Berücksichtigung des einschlägigen Schrifttums Wachstumsabläufe im Gesichts- und Kieferbereich dargelegt und die Variationen des progenen Formenkreises beschrieben. Sodann folgen Angaben über Patientengut, Untersuchungsmethode und Meßergebnisse.

Für die Untersuchungen standen je zwei Röntgenaufnahmen zur Verfügung. Zwischen erster und zweiter Aufnahme lag ein Zwischenraum von teils weniger, teils mehr als fünf Jahren.

Von diesen hundert Röntgenbildern wurden auf dem Wege der Durchzeichnung nach zwei verschiedenen Auswertungsverfahren Diagramme hergestellt und bestimmte Längen- und Winkelwerte ermittelt. Das gewonnene Zahlenmaterial wurde dann statistischen Untersuchun-

gen zugeführt, um zunächst die spezifischen Merkmale auf bestehende oder fehlende Korrelationen zu überprüfen.

Der Vergleich der Werte von erster und zweiter Aufnahme ergab Unterschiede, die als Folge natürlichen Wachstums, aber auch als Resultat der kieferorthopädischen Behandlung zu werten waren. Die statistischen Ergebnisse deuten auf erkennbare Wachstumsraten hin, die bei allen registrierten Längenwerten festzustellen waren.

Als therapeutischer Effekt imponierte vor allem eine Verkleinerung des Gonion- und Basiswinkels, die als gezielte Knochentransformation zu deuten ist. Die wünschenswerte Vorentwicklung der Oberkieferbasis fand anhand des untersuchten Materials keine Bestätigung. Ebenso war auch eine überzeugende Rückverlagerung des Unterkiefers nicht zu objektivieren.

Die Frage nach der Bedeutung von Wachstums Voraussagen kann in Anbetracht der relativ kleinen Probandengruppen nur so weit beantwortet werden, daß die durchgeführten Kontrollen die Möglichkeit einer zutreffenden Voraussage des Wachstums durchaus erkennen lassen. Die Bedeutung von Wachstums Voraussagen erstreckt sich bei Progeniepatienten insbesondere auf die Kernfrage, wie transformatorische Behandlungen einzuschätzen sind, und ob chirurgische Maßnahmen nach Abschluß des Kieferwachstums in den Behandlungsplan einbezogen werden müssen.

V. Schrifttum

1. ANGLE, E. Die Okklusionsanomalien der Zähne
Berlin 1913
2. BAUME, L.J. Das Wachstum des Gebisses und des
Gesichtes
Studieweek Leiden 1960 S. 90
3. BIMLER, H.P. Die Behandlung der Progenie mit
Gebißformern
Zahnärztl. Welt 8, (1952) 594
4. BJÖRK, A. The face in profile
Lund 1947
5. BJÖRK, A. Facial growth in man studied with
the aid of metallic implants
Acta odont. Scand. 3 (1955) 9 - 34
6. BROADBENT, H. The face of the normal child
Angle Orthodont. 7 (1937) 209 -
233
7. BRODIE, A.G., W.B. A cephalometric appraisal of or-
DOWNS, A. GOLDSTEIN, thodontic results. A preliminary
E. MYER report
Amer. J. Orthodont. 8 (1938) 261
8. BRODIE, A.G. On the growth pattern of the human
head from the third month to the
eighths year of life
Amer. J. Anat. 68, (1941) 209 -
262

9. DICKSON, G. Kurzlehrbuch der Kieferorthopädie
Stuttgart, Wien, Zürich, Amsterdam 1968, S. 16 - 19
10. DOWNS, W.B. The role of cephalometrics in
orthodontic case analysis and diagnosis
Amer. J. Orthodont. 38, (1952)
162 - 182
11. FRÄNKEL, R. Der Funktionsregler und das Prinzip
der Enthemmung
Fortschr. Kieferorthop. 24, (1963)
440
12. GRABER, T.M. Orthodontics, Principles and
Practise
Philadelphia, London 1963 S. 46
13. HELLMAN, M. zitiert nach Izard, G.
Orthodontie
3. Aufl. Paris 1950 S. 47
14. HOPKIN, G.B. Cranio-facial pattern in mesio-
occlusion
Studieweek Leiden 1965 S. 103
15. HOROWITZ, S.L., Craniofacial relationships in
J.M. CONVERSE, mandibular prognathism
L.J. GERSTMAN Arch. oral Biol. 14, (1969) 121 -
131
16. HOTZ, R. Orthodontie in der täglichen
Praxis

3. Aufl. Bern, Stuttgart 1961
S. 75
17. HUNTER, J. A practical treatise on the de-
seases of the teeth intended as
a supplement to the natural History
of those parts
London 1778 S. 84
18. JARABAK, J. Methode aufgrund eines Fortbil-
dungskurses in Basel 1970 Über-
nommen
19. KORKHAUS, G. Moderne orthodontische Therapie
2. Aufl. Berlin 1932 S. 391
20. KORKHAUS, G. Zwillingsforschung in
Christian Bruhn Band IV
München 1939 S. 146
21. KORKHAUS, G. zitiert nach Muller, L.:
Cephalometrie et Orthodontie
Paris 1962 S. 167
22. KORKHAUS, G. Über die Beteiligung von Ober-
D. NEUMANN, kiefer und Unterkiefer bei der
Progenie
Fortschr. Kieferorthop. 18, (1957)
142 - 158
23. KROGMAN, W. The meaningful interpretation of
growth data by the clinician
Amer. J. Orthodont. 44, (1958)
430

24. LIEB, G. Untersuchungen über Variationen
im Aufbau des Gesichtsschädels und
ihren korrelativen Zusammenhang
mit der individuellen Form des
Kauorgans bei Gebißfehlbildungen
Fortschr. Kieferorthop. 27, (1966)
292
25. MEYER, L. zitiert nach Sternfeld:
Anomalien der Zähne in Scheffs
Handbuch der Zahnheilkunde
Wien 1902
26. MOORE, A. Observations on facial growth and
its clinical significance
Amer. J. Orthodont. 45, (1959) 399
27. MOSS, M. The capsular matrix
Amer. J. Orthodont. 55, (1969)
28. NAWRATH, K. Zur Klassifikation der benignen
und malignen Progenieformen und
deren Behandlung
Fortschr. Kieferorthop. 32, (1971)
131 - 138
29. NAWRATH, K. zitiert nach Maurer, G.:
Med. Diss. Mainz 1967 S. 10
30. RACOSI, T. Die Bewertung des Zeitfaktors bei
der Progeniebehandlung
Fortschr. Kieferorthop. 27, (1966)
66 - 76

31. RICKETTS, R.M. Planning treatment on the basis
of the facial pattern and an
estimate of its growth
Angle Orthodont. 27, (1957) 14 - 37
32. RICKETTS, R.M. zitiert nach Gugino, C.
An Orthodontic Philosophie
Buffalo 1971 S. 71
33. ROUX, W. Entwicklungsmechanik der Orga-
nismen
Leipzig 1895
34. SCHOPF, P. Die Differenzierung progener For-
men
Zahnärztl. Welt 23,24, (1967) 885
35. SCHUBERT, V.W. Besteht bei der echten Progenie
eine sichere Beziehung zwischen der
Inversion der unteren Inzisivi und
dem Längenüberschuß am Corpus
mandibulae
Fortschr. Kieferorthop. 26, (1965)
273 - 279
36. SCHURICHT, H. Über Veränderungen am Unterkiefer
während der ontogenetischen und
phylogenetischen Entwicklung
Halle 1952
37. SCHWARZ, A.M. Die Röntgenostatik
Wien, Innsbruck 1958
38. SCHWARZ, A.M. Lehrbuch der Gebißregelung
Band II Wien 1953

39. WALKHOFF, O.

Der menschliche Unterkiefer im
Lichte der Entwicklungsmechanik
Dtsch. Mschr. Zahnk. 19, (1901)
49 - 60

40. WOCHESLANDER, W.

Behandlungsergebnisse der kiefer-
orthopädischen Progeniebehandlung
Med. Diss. Mainz 1971

Tabelle VIII Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) der unter der Behandlung beobachteten Differenzen für die angegebenen Meßwerte (Variablen) bei dem gesamten Patientengut und den Untergruppen 1a, 1b, 2a, 2b.

Gruppe	Variable	n	$\bar{x}$	s	1 % Vertrauensbereich des Mittelwerts	Min	Max
Gesamt	NSe	50	3,6	1,8	2,91	4,28	7,0
	UK	50	7,5	3,5	6,13	8,79	16,0
	OK	50	2,8	2,3	1,94	3,69	12,0
	post.G.	50	9,1	4,5	7,38	10,78	21,0
	ant.G.	50	11,9	6,2	9,52	14,20	33,0
	Ba	50	- 1,9	4,0	- 3,45	- 0,87	6,0
	Incl	50	1,2	2,7	0,20	2,28	9,0
	Fa	50	0,6	2,2	- 0,27	1,43	6,0
	NSePg	50	1,2	3,4	- 0,08	2,48	9,0
	AB	50	- 0,6	7,0	- 3,26	2,06	20,0
	MM	50	- 1,0	6,2	- 3,34	1,38	15,0
	Artikul.	50	0,9	4,5	- 0,80	2,60	12,0
	Sattel.	50	0,5	3,2	- 0,77	1,69	8,0
	Go	50	- 2,0	3,3	- 3,25	- 0,78	5,0
	Ob.Go	50	- 3,1	3,2	- 4,36	- 1,92	5,0
	NSeJ	50	3,4	1,8	2,73	4,07	9,0
	UKJ	50	6,8	3,6	5,41	8,18	17,0

Gruppe	Variable	n	$\bar{x}$	s	1 % Vertrauensbereich des Mittelwerts	Min	Max
2a	NSe	15	3,1	2,4	1,24	0,0	7,0
	UK	15	6,1	3,8	3,20	1,0	13,0
	OK	15	2,0	1,5	0,80	0,0	5,0
	post.G.	15	6,5	2,8	4,38	1,0	11,0
	ant.G.	15	9,6	5,0	5,78	0,0	20,0
	Ba	15	-0,8	4,2	-4,07	-9,0	6,0
	Incl	15	1,1	1,7	-0,61	-3,0	5,0
	Fa	15	0,8	2,1	-0,27	-3,0	6,0
	NSePo	15	1,1	1,7	-0,16	-2,0	5,0
	AB	15	0,5	4,7	-4,09	-11,0	5,0
	MM	15	-0,4	4,3	-3,68	-8,0	6,0
	Artikul.	15	0,8	4,2	-2,39	-7,0	11,0
	Sattel	15	0,5	2,7	-1,64	-4,0	7,0
	Go	15	-1,0	3,4	-3,65	-6,0	5,0
	NSeJ	15	3,0	1,7	1,67	0,0	6,0
	UKJ	15	5,3	3,2	2,89	0,0	11,0

Gruppe	Variable	n	$\bar{x}$	s	1 % Vertrauensbereich des Mittelwerts	Min	Max
2b	NSe	13	4,5	1,7	3,00	1,0	7,0
	UK	13	9,4	3,7	6,22	3,0	16,0
	OK	13	4,2	3,0	1,59	0,0	12,0
	post.G.	13	11,7	3,5	8,71	5,0	17,0
	ant.G.	13	16,0	8,6	8,72	4,0	33,0
	Ba	13	- 3,8	3,9	-7,12	-10,0	1,0
	Incl	13	2,5	2,8	0,15	- 3,0	9,0
	Fa	13	0,4	2,1	-1,39	3,0	4,0
	NSePo	13	1,8	5,0	-2,49	- 8,0	9,0
	AB	13	- 4,7	5,3	-9,2	-17,0	3,0
	NW	13	- 4,6	4,9	-8,82	-15,0	4,0
	Artikul.	13	1,0	3,5	-1,93	- 5,0	7,0
	Sattel	13	1,7	3,0	-0,86	- 4,0	6,0
	Go	13	- 3,2	2,9	-5,68	- 7,0	4,0
	Ob.Go	13	- 4,3	2,3	-6,30	- 9,0	- 1,0
	NSeJ	13	4,5	2,2	2,58	0,0	9,0
	UKJ	13	7,8	5,0	3,60	1,0	17,0

Tabelle IX: Ergebnisse der Bestimmung der Wachstums-
richtung anhand der vier Methoden

Patient	Rö-Nr.	Björk (°)	Jarabak (°)	Mainz (°)	NSGn (°)
2597	1	399	60	249	67
	2	393	61	234	67
1952	1	385	67	263	57
	2	388	67	240	57
1855	1	405	56	247	68
	2	403	59	238	72
2621	1	406	53	258	67
	2	406	55	262	70
2510	1	391	62	245	64
	2	395	66	224	70
3508	1	392	66	236	63
	2	396	65	241	65
3992	1	385	72	239	57
	2	386	72	239	59
2298	1	400	60	251	65
	2	396	63	243	65
2389	1	394	63	241	61
	2	392	66	245	60
4349	1	399	57	240	64
	2	402	56	253	66
4616	1	392	66	237	61
	2	389	66	235	61
3334	1	397	57	257	64
	2	401	58	258	66
4054	1	395	55	260	57
	2	405	53	259	59
2313	1	405	52	248	67
	2	400	58	233	67
3656	1	402	55	262	64
	2	404	54	262	65
3918	1	400	54	250	70
	2	400	58	243	70

Patient	RÖ-Nr.	Björk (°)	Jarabak (°)	Mainz (°)	NSGn (°)
1829	1	393	66	243	63
	2	390	67	246	60
2035	1	407	56	267	69
	2	396	64	253	60
3498	1	394	62	256	52
	2	395	63	250	59
3092	1	399	59	261	61
	2	396	62	253	59
3228	1	395	62	257	64
	2	392	66	254	64
3136	1	403	58	268	68
	2	411	54	272	72
2755	1	396	61	248	62
	2	393	60	241	60
4037	1	395	60	233	60
	2	398	58	237	60
3488	1	399	61	256	65
	2	404	60	256	70
3440	1	397	60	245	62
	2	396	65	240	65
2222	1	422	53	276	73
	2	415	53	271	74
4528	1	398	58	253	61
	2	395	58	248	58
1541	1	388	69	233	66
	2	379	79	231	59
3103	1	399	57	263	65
	2	401	58	260	63
1799	1	404	55	262	65
	2	398	52	257	67
3333	1	400	60	254	67
	2	398	58	257	67
4192	1	387	69	234	57
	2	390	65	235	59

Patient	Rö-Nr.	Björk (°)	Jarabak (°)	Mainz (°)	NSGn (°)
3299	1	387	65	239	65
	2	382	65	252	62
3014	1	382	76	229	57
	2	378	77	219	55
1111	1	397	61	238	67
	2	401	59	236	70
3242	1	407	52	268	71
	2	408	56	266	71
3710	1	394	65	251	63
	2	398	57	258	64
2423	1	401	57	248	67
	2	399	61	247	65
3737	1	398	57	245	68
	2	402	59	255	71
3176	1	392	64	249	63
	2	394	63	252	65
3279	1	397	57	254	60
	2	396	61	260	63
2373	1	403	54	258	68
	2	402	56	253	66
2481	1	403	57	266	69
	2	397	62	254	67
3601	1	409	52	260	71
	2	411	52	267	71
3811	1	400	62	259	63
	2	397	63	259	64
3651	1	409	49	269	69
	2	407	51	271	70
1382	1	408	58	262	68
	2	399	57	260	65
3131	1	393	62	253	60
	2	396	60	250	63
2833	1	392	63	227	62
	2	384	71	225	60

Ich möchte am Schluß meiner Arbeit meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. K. Nawrath, für die Überlassung des Themas und seine freundliche Unterstützung recht herzlich danken.

Mein Dank gilt auch Herrn Professor Dr. Michaelis vom Institut für medizinische Statistik (Leiter: Prof. Dr. Dr. S. Koller) der Johannes Gutenberg Universität Mainz und Herrn Dr. Seidlitz, Wiesbaden, für ihre Hilfsbereitschaft.

Lebenslauf

Ich wurde am 11. 6. 1946 in Heidelberg als Tochter des Röntgenologen Dr. med. Peter Schölzel und seiner Frau Marlies geb. Rosinus geboren.

1952 wurde ich in die Volksschule in Homburg-Saar eingeschult und besuchte dort ab 1956 das Mädchenrealgymnasium. 1960 zogen wir nach St. Wendel-Saar um. Dort beendete ich meine Gymnasialzeit und legte im Februar 1965 das Abitur ab.

Ich immatrikulierte mich für das Sommersemester 1965 an der Universität Mainz zum Studium der Zahnmedizin. Im Frühjahr 1966 legte ich das Vorphysikum ab und im Herbst 1967 das Physikum.

Im Oktober 1969 heiratete ich meinen damaligen Studienkollegen Siegfried Unterer.

Das Staatsexamen der Zahnmedizin beendete ich am 16. 12. 1970. Vom 1. 3. 1971 bis zum 31. 3. 1972 war ich als Stipendiatin in der Kieferorthopädischen Abteilung der ZMK-Klinik in Mainz tätig. Meine kieferorthopädische Fachzahnarztausbildung führe ich ab 1. 9. 1972 in Augsburg, Praxis Dr. Große, fort.

